

Т. С. Пленкина, В. И. Рембольдт, А. А. Шукалов, А. Ю. Коняев
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
plenkinat@list.ru, a.u.konyaev@urfu.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА

Утилизация металлосодержащих отходов является одним из основных путей ресурсосбережения. Представлены результаты исследования процессов электродинамической сепарации дробленого электронного и кабельного лома. Показана возможность повышения производительности установок при сохранении высокого качества сепарации.

Ключевые слова: кабельный и электронный лом; электродинамическая сепарация; линейные индукторы; результаты исследований.

T. S. Plenkina, V. I. Remboldt, A. A. Shukalov, A. Yu. Konyaev
Ural Federal University, Ekaterinburg

INCREASING THE EFFICIENCY OF ELECTRODYNAMIC SEPARATION OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC SCRAP

Utilization of metal-containing waste is one of the main ways of resource conservation. The results of a study of the processes of eddy-current separation of crushed electronic and cable scrap are presented. The possibility of increasing the productivity of equipment while maintaining high quality separation is shown.

Key words: cable and electronic scrap; eddy-current separation; linear inductors; research results.

Отходы электротехнических и электронных устройств содержат в своем составе большое количество цветных и драгоценных металлов. Поэтому их промышленная переработка является важным направлением ресурсосбережения [1–4]. Одним из основных методов извлечения металлов является электродинамическая сепарация.

Разработка таких сепараторов проводится на кафедре электротехники и электротехнологических систем УрФУ. В частности, для обработки дробленого электронного лома была создана установка электродинамической сепарации на основе двухсторонних линейных индукторов с подачей материала по наклонной плоскости [4]. Испытания такой установки показали возможность эффективного разделения алюминиевых и медных сплавов. В то же время достижение высоких технологических показателей (степень извлечения алюминиевых сплавов и содержание их в концентрате на уровне 90–95 %) обеспечивается только при подаче исходного материала узким потоком, ширина которого соизмерима с крупностью частиц металла. Это ограничивает производительность установок и требует исследования таких сепараторов с целью повышения их производительности при сохранении высоких технологических показателей.

На первом этапе исследований оценивалась возможность роста производительности установок за счет увеличения объемов подаваемых на сепарацию отходов в установке, подобной опытно-промышленному сепаратору [4]. Выполнены сравнения показателей сепарации (степень извлечения алюминия в концентрат ε и содержание алюминия в концентрате β) при обработке смеси алюминиевых и текстолитовых частиц крупностью 10 мм (такая смесь имитирует, например, дробленый кабельный лом). Смесь подавалась на наклонную плоскость сепаратора вдоль линии подачи по желобам разной ширины ($b_{\text{ж}} = 10, 20$ и 30 мм). В ходе опытов изменялось также расстояние от линии подачи до разделителя потока R .

При работе сепаратора большая часть частиц алюминия перемещалась за разделитель потока, попадая в концентрат целевого продукта, большая часть текстолитовых частиц не доходила до разделителя, попадая в хвосты обогащения. По результатам опытов определены технологические показатели сепарации. Результаты экспериментов для установки – прототипа приведены на рис. 1. Из графиков видно, что при подаче материала по узкому желобу ($b_{\text{ж}} = 10$ мм) достигаются высокие технологические показатели (степень

извлечения алюминия в концентрат (массовая доля, сплошные линии) и содержание его в концентрате (пунктир) на уровне 95–100 %). Однако с увеличением ширины желоба $b_{\text{ж}}$ наблюдается существенное снижение показателей.

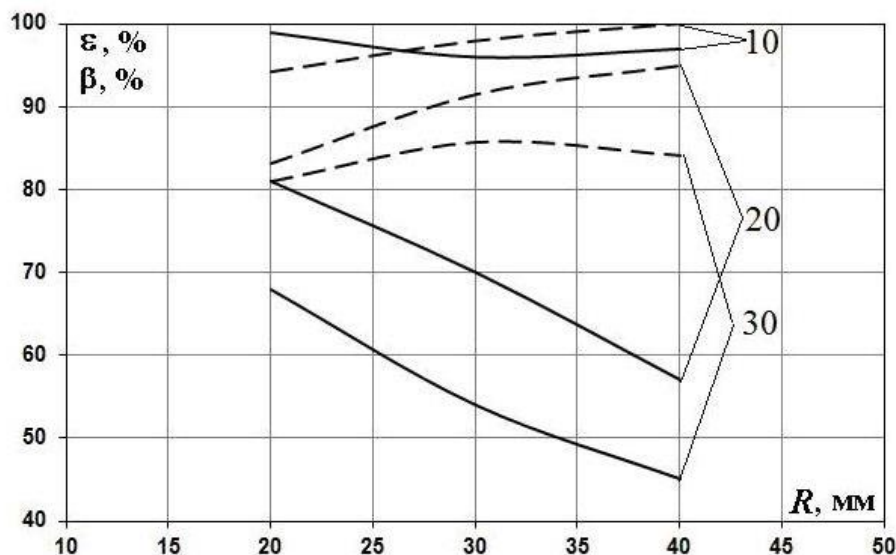


Рис. 1. Зависимость технологических показателей электродинамического сепаратора от положения разделителя потока при разной ширине желоба (цифры на графиках, мм)

Обнаруженное ухудшение технологических показателей объясняется тем, что с расширением потока исходного материала увеличивается количество столкновений частиц между собой. Это приводит к взаимному засорению разделяемых фракций. Для ослабления указанного явления предложено использовать в сепараторе линейный индуктор, состоящий из трех модулей, последовательно расположенных по ходу движения частиц. Уменьшение плотности потока материала при входе во второй и третий модули должно обеспечивать снижение числа столкновений частиц.

Для проверки высказанного предположения была испытана установка с модульным построением индуктора, в которой три модуля в совокупности по габаритам и мощности не превосходили параметры индуктора сепаратора – прототипа. В остальном условия проведения эксперимента соответствовали описанным ранее. Зависимости технологических показателей от положения разделителя потока, полученные при испытаниях новой установки, приведены на

рис. 2, из которого видно, что при том же уровне содержания алюминия в концентрате (от 80 до 100 %) достигнута существенно большая степень извлечения металла в концентрат. Например, для положения разделителя $R = 40$ мм извлечение увеличилось с 57 до 92 % при ширине желоба $b_{\text{ж}} = 20$ мм и с 46 до 85 % при $b_{\text{ж}} = 30$ мм.

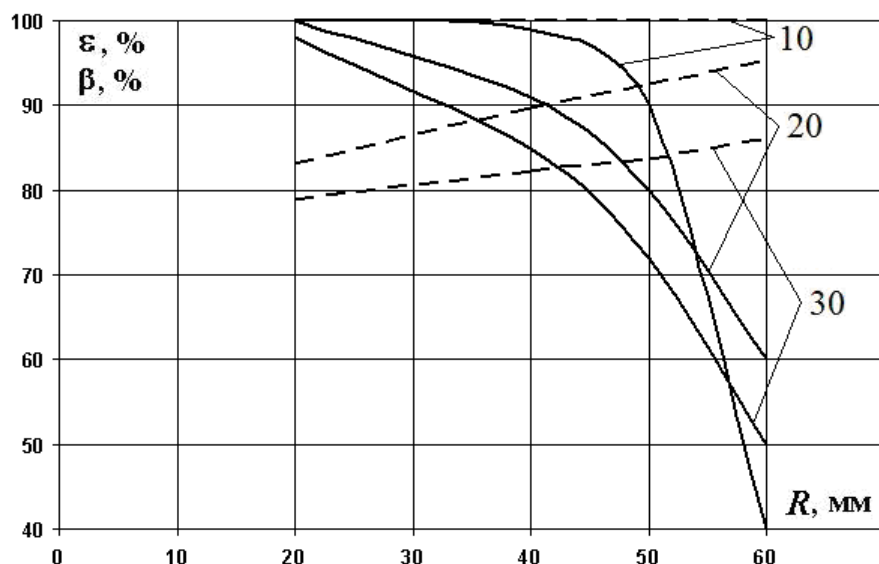


Рис. 2. Технологические показатели электродинамического сепаратора при модульном построении индуктора (обозначения те же, что на рис. 1)

Таким образом, выполненные исследования показали возможность увеличения производительности установок электродинамической сепарации, применяемых для обработки электронного и кабельного лома, при сохранении высокого уровня технологических показателей сепарации. Созданная установка может стать основой для продолжения исследований в указанном направлении.

Список использованных источников

1. Zhang S., Forssberg E., Arvidson B., Moss W. Aluminium recovery from electronic scrap by High-Force eddy-current separators // *Resources, Conservation and Recycling*. 1998. No. 23. P. 225–241.
2. Cui J., Forssberg E. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review // *Journal of Hazardous Materials*. 2003. B99. P. 243–263.
3. Overview of the recycling technology for copper-containing cables / Liquan Li, Gongqi Liu, Dean Pan, Wei Wang, Yufeng Wu, Tieyong Zuo // *Resources, Conservation & Recycling*. 2017. Iss. 126. P. 132–140.
4. Переработка электронного лома: применение электродинамических сепараторов / А. Ю. Коняев, С. Л. Назаров, Р. О. Казанцев, В. В. Воскобойников, А. А. Дистанов // *Твердые бытовые отходы*. 2014. № 2. С. 26–30.